



FiBL

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique
Research Institute of Organic Agriculture
Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica
Instituto de investigaciones para la agricultura orgánica

Feldversuche mit Gesteinsmehl

Versuchsbericht Raps 2012

Claudia Daniel

15.02.2013

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

FiBL Schweiz / Suisse
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

1.1 Einleitung

Erfahrungen aus den Jahren 2008 bis 2011 weisen darauf hin, dass der Einsatz von Gesteinsmehl die Auswirkungen des Rapsglanzkäfers mindern kann (siehe Versuchsberichte 2008, 2009, 2010 & 2011). In der Saison 2012 wurden in Zusammenarbeit mit Bio Suisse und IP-SUISSE nochmals Versuche unter Praxisbedingungen durchgeführt. Für diese Versuche wurde das Gesteinsmehlprodukt Klinospray und das Tonprodukt Surround in Kombination mit verschiedenen Netzmitteln (Heliosol, Genolplant) von den Landwirten mit ihren betriebsüblichen Feldspritzen appliziert. Ziel der Versuche war es, Wirkung von gespritztem Gesteinsmehl in einem weiteren Versuchsjahr nachzuweisen.

1.2 Material & Methoden

Die Versuche wurden als Grossversuche unter Praxisbedingungen auf Bio Suisse, IP-SUISSE, Extenso und konventionellen bzw. ÖLN- Feldern angelegt (Tabelle 1). Insgesamt wurden die Versuche auf einer Fläche von 47 ha angelegt.

Tabelle 1: Versuchsumfang der Grossversuche mit Gesteinsmehl im Jahr 2012.

Anbau	Versuchsfläche	Anzahl Felder	Anzahl Produzenten
Bio Suisse	9.9 ha	3	3
IP-SUISSE	19 ha	10	9
Extenso	2.3 ha	1	1
Konventionell/ÖLN	15.4 ha	6	4
Total	46.6 ha	20	17

Die Einwanderung der Käfer (Anzahl Käfer pro Pflanze) wurde von den Produzenten mit regelmässigen Auszählungen überwacht. Ausgehend von den Annahmen, dass (1) eine sehr frühzeitige Behandlung schon die Einwanderung der Käfer in die Felder stoppt und dass (2) das Produkt aber direkt auf die Blütenknospen gelangen muss, wurde den Produzenten empfohlen im Stadium 51 BBCH (Blütenknospen von oben sichtbar) mit den Behandlungen zu beginnen, sofern die Schwelle von mindestens einem Käfer / Pflanze überschritten war.

Zur Behandlung standen den Produzenten zwei verschiedene Produkte zur Auswahl: das **Gesteinsmehl Klinospray** (Inhaltsstoff: Klinoptilolith, Partikelgrösse 17µm, Firma Unipoint, Preis 60 CHF / 25 kg) und das **Tonprodukt Surround** (Inhaltsstoff: Kaolin, Partikelgrösse <2µm, Firma Stähler, Preis 99 CHF / 25 kg). Abgesehen von einer **unbehandelten Fahrspur in der Feldmitte** wurde jeweils das ganze Feld durch die Produzenten mit der praxisüblichen Spritztechnik behandelt. Die Produkte wurden von den Produzenten in **unterschiedlichen Aufwandmengen** (12-50 kg / ha; in den meisten Fällen 30 kg / ha) und mit **unterschiedlichen Netzmitteln** (meist Heliosol oder Genolplant, aber auch Stickr, SprayOil), sowie **unterschiedlichen Wassermengen** (200-600 l / ha) appliziert. Abhängig von der Pflanzenentwicklung wurden 1-2 Behandlungen ausgebracht (auf einem Feld: 3 Behandlungen).

Nach Ende der Blüte wurden die Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und die Pflanzenhöhe erfasst. Zudem wurden 15 Pflanzen pro Feld und Verfahren entnommen, an denen das Gewicht

pro Pflanze, der Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe bestimmt wurden. Die Grünmasse pro Quadratmeter wurde aus Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und Pflanzengewicht berechnet. Der Befall mit Stängelrüssler (Länge der Frassgänge im Stängelinneren und äusserliche Symptome) wurde erfasst. Die vom Rapsglanzkäfer verursachten Schäden (Anzahl Stiele ohne Schoten) sowie die Symptome der Knospenwelke pro Haupttrieb wurden erhoben. Der Schotenansatz sowie die durch Schotenmücke geschädigten Schoten am Haupttrieb sowie an der Gesamtpflanze wurden gezählt. Die Anzahl Schoten pro Quadratmeter wurde aus der Anzahl Schoten pro Pflanze und der Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter berechnet.

Die Anbauparameter (Sorte, Düngung, Unkrautregulierung, etc.) wurde von den Produzenten erfragt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm JMP5.0.1. mit zwei verschiedenen Ansätzen: (1) Die Daten aller Felder wurden zusammengefasst und mit einem „mixed linear model“ (Faktor Feld als „random factor“) ausgewertet. (2) Der Wirkungsgrad der Behandlung bezogen auf den Schotenansatz pro Quadratmeter wurde für jedes Feld einzeln berechnet: $[WG=1-\text{Behandelt}/\text{Kontrolle}]$. Basierend auf diesen Daten wurden die verschiedenen Behandlungsstrategien verglichen. Um Normalverteilung zu erreichen wurden die Wirkungsgrade mit $[\arcsin\sqrt{x}]$ transformiert und mit einem „mixed linear model“ analysiert. Normalverteilung und Varianzhomogenität der Residuen wurde geprüft. Im Text und in den Graphiken sind die Resultate als Mittelwert mit Standardfehler angegeben.

1.3 Resultate und Diskussion

3.1.1 Situation im Jahr 2012

Die Aktivität der **Rapsglanzkäfer** begann im Jahr 2012 vergleichsweise früh. In warmen Lagen im Fricktal wurde die für den Einflug der Käfer nötige Temperaturschwelle von 15°C erstmals Anfang März (02.03.) überschritten. Die Pflanzen waren zu diesem Zeitpunkt noch recht klein, viele hatten noch keine Ansätze für Blütenknospen entwickelt. Die Käferzahlen blieben jedoch bis Mitte März auf sehr niedrigem Niveau. Nach dem 15. März 2012 überschritten dann die Maximaltemperaturen täglich die 15°C Schwelle, sodass ein verstärkter Einflug stattfand. Ende März/Anfang April hatten die Pflanzen an den meisten Standorten Entwicklungsstadium 51-52 BBCH erreicht, sodass die ersten Applikationen ausgebracht wurden. An den meisten Standorten war der Käferdruck recht hoch. Die Käferzahlen im Stadium 51-53 BBCH lagen zwischen 8 bis 12 Käfern pro Pflanze. Im Jura war der Befall zum Teil etwas geringer.

Der Befall mit **Stängelrüsslern** war im Jahr 2012 wieder recht hoch. Abgesehen von den konventionellen, insektizidbehandelten Feldern wurde auf allen Feldern ein Befall mit Stängelrüsslern festgestellt. Durchschnittlich 50.6% der Pflanzen zeigten starke Symptome, wie geplatzte Stängel. Bei 27.4% der Pflanzen war der Haupttrieb durch den Stängelrüsslerbefall abgestorben oder stark gestaucht. Die **Kohlschotenmücke** trat zwar weniger stark auf als im Vorjahr, die Schäden waren dennoch gravierend: Auf einigen Feldern waren bis zu 25% der Schoten geschädigt und aufgeplatzt. Im Durchschnitt über alle Felder lag der Schaden bei 8.1%.

3.1.2 Applikationstechnik & Produktewahl

Die Applikation beider Produkte war problemlos mit der betriebsüblichen Technik möglich. In keinem Fall wurden verstopfte Düsen oder technische Probleme gemeldet. Zur Vorsicht wurde zwar empfohlen, das Gesteinsmehl zuerst in einem Eimer zu lösen und erst dann in den Tank zu geben. Viele Produzenten verzichteten jedoch auf diesen Schritt und schütteten das Gesteinsmehl langsam direkt in den wasserbefüllten Tank. Auch dabei traten keine Probleme auf. Je nach Ausrüstung der Feldspritzen wurde das Gesteinsmehl mit unterschiedlichen Düsen ausgebracht: Orange (Kaliber: 01; Flüssigkeitsaustoss in l / min bei 3 bar: 0.4 l), Grün (015; 0.6 l), Blau (03; 1.2 l), Rot (04; 1.6 l), oder Grau (06; 2.4 l). Auch mit den sehr feinen orangen Düsen wurden keine Probleme festgestellt.

Auf den meisten Flächen (16 Felder) wurde das Produkt Klinospray angewendet. Auf vier Feldern wurde das Produkt Surround (Kaolin) eingesetzt. Als Netzmittel wurde auf 7 Feldern Heliosol verwendet. Auf fünf Feldern kam Genolplant zum Einsatz. Auf drei Feldern wurde Klinospray in Kombination mit einem Bor-Blattdünger (Bortrac) gespritzt, welcher ein Netzmittel enthält. Auf zwei Feldern wurde Sticker (synthetischer Latex, Firma Stähler) und auf einem Feld Spray Oil 7-E (Paraffinöl, Firma Leu+Gygax) als Netzmittel eingesetzt.

3.1.3 Anzahl Käfer pro Pflanze

Die Anzahl Käfer pro Pflanze wurde 2012 von den Produzenten erhoben. Da nicht alle Produzenten die Käferzahlen gemäss Vorgabe erhoben haben, sind die Daten nicht miteinander vergleichbar. Aus den Erhebungen liegen nur 8 aussagekräftige Datenpaare vor, die einen Vergleich zwischen Klinospray und der unbehandelten Kontrolle zulassen. Der Wirkungsgrad von Klinospray lag im Mittelwert bei 30.8% (min: 21.4%, max: 38.1%). Das entspricht den Resultaten der letzten Jahre.

3.1.4 Schotenansatz

Auf zehn Feldern wurde Klinospray neben einer unbehandelten Kontrolle ausgebracht. Auf diesen Feldern konnte eine signifikante Zunahme an Schoten erzielt werden (Statistik: zweifaktorielle Varianzanalyse; Verfahren: $F_{1,10}=5.39$, $p=0.043$; Feld $F_{9,10}=9.40$, $p=0.0008$). In den Klinospray behandelten Parzellen war die Anzahl Schoten pro Quadratmeter durchschnittlich 13% grösser als in den unbehandelten Parzellen (Abbildung 1A).

Auf drei Feldern wurde Surround neben einer unbehandelten Kontrolle ausgebracht. In den Surround-Parzellen nahm die Anzahl Schoten pro Quadratmeter zwar durchschnittlich um 28% zu (Abbildung 1B). Aufgrund der starken Schwankungen zwischen den Feldern und der geringen Anzahl Wiederholungen waren diese Unterschiede jedoch nicht signifikant (Statistik: zweifaktorielle Varianzanalyse; Verfahren: $F_{1,2}=2.57$, $p=0.28$; Feld: $F_{2,2}=2.77$, $p=0.23$).

Auf fünf Feldern wurde Klinospray in Kombination mit Insektiziden ausgebracht. Als Kontrolle dienten auf diesen Feldern nur mit Insektizid behandelte Parzellen. Das eingesetzte Insektizidprogramm unterschied sich zwischen den Feldern (Feld 1 & Feld 2: drei Spritzungen: Karate, Talstar, Biscaya; Feld 3: drei Spritzungen: Karate, 2x Plenum; Feld 4: zwei Spritzungen: 2x Talstar; Feld 5: eine Spritzung: 1x Blocker). Der Zusatz von Klinospray zu den Insektizidbehandlungen hatte in Durchschnitt einen 20% höheren Schotenansatz zu Folge (Abbildung 1C). Die Unterschiede waren jedoch knapp nicht signifikant (Statistik: zweifaktorielle Varianzanalyse; Verfahren: $F_{1,4}=4.9$, $p=0.09$; Feld: $F_{4,4}=6.92$, $p=0.043$).

Basierend auf den Daten von 15 Feldern, auf denen Surround bzw. Klinospray neben einer unbehandelten Kontrolle appliziert wurde, wurde der Einfluss verschiedener Versuchsfaktoren auf den Wirkungsgrad der Behandlungen statistisch untersucht. Dabei hatte nur die Wassermenge einen signifikanten Einfluss auf den Wirkungsgrad: je grösser die ausgebrachte Wassermenge (200-600 l), umso besser war die Wirksamkeit der Behandlung (Statistik: vierfaktorielle Varianzanalyse; Wassermenge: $F_{1,2}=22.29$, $p=0.04$). Einen starken, aber knapp nicht signifikanten Einfluss auf den Wirkungsgrad hatte das Entwicklungsstadium der Pflanze bei der ersten Behandlung: Bei Applikationen im Stadium 52/53 war der Wirkungsgrad tendenziell am höchsten. Frühere Behandlungen (BBCH 50/51), wie auch spätere Behandlungen (BBCH55) brachten einen geringeren Wirkungsgrad (BBCH: $F_{5,2}=15.13$, $p=0.06$). Im Gegensatz zum letzten Jahr konnten in diesem Jahr keine Unterschiede im Wirkungsgrad zwischen konventionellen, Bio- und IP-Betrieben festgestellt werden (Anbausystem: $F_{2,2}=4.03$, $p=0.19$). Ursache dafür kann allerdings die geringe Zahl teilnehmender Biobetriebe gewesen sein. Zwischen dem Versuchsprodukt Surround und Klinospray wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden (Verfahren: $F_{1,2}=8.06$, $p=0.10$). Allerdings ist die Datenlage für Surround (3 Felder) sehr gering.

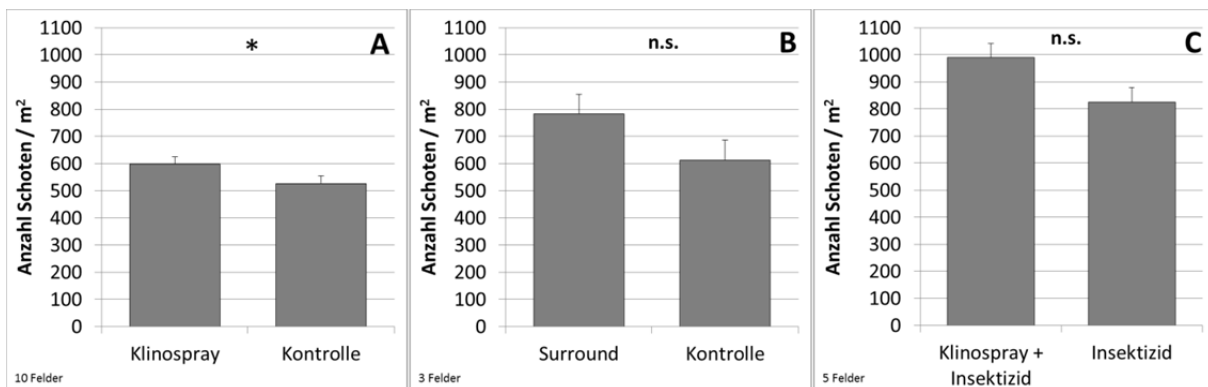


Abbildung 1: Einfluss der Behandlungen auf den Schotenansatz pro Quadratmeter.

Klinospray wurde auf drei Feldern in Kombination mit Genolplant als Netzmittel ausgebracht. Auf sechs Feldern wurde Klinospray mit Heliosol ausgebracht. Der Einfluss des Netzmittels und der Applikationshäufigkeit auf den Wirkungsgrad wurde statistisch untersucht: Klinospray hatte in Kombination mit dem Netzmittel Heliosol einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 17.5%. In Kombination mit dem Netzmittel Genolplant war der Wirkungsgrad signifikant geringer (14%; Statistik: zweifaktorielle Varianzanalyse; Netzmittel: $F_{1,4}=10.92$, $p=0.03$; Anzahl Applikationen: $F_{2,4}=8.32$, $p=0.04$). Durch eine einmalige Applikation wurde der Schotenansatz nicht erhöht (Wirkungsgrad -8%). Eine zweimalige Applikation brachte einen signifikant höheren Wirkungsgrad von 31.6%.

Auf eine Ertragserfassung bei der Ernte wurde verzichtet, da (1) viele Felder einen starken Befall mit Stängelrüssler & Schotenmücke aufwiesen, (2) bei einigen der verbleibenden Felder das Versuchsdesign für eine parzellenweise Ernte nicht geeignet war. Von den 20 Versuchsfeldern kamen für die Ernte schlussendlich nur 3 infrage, wovon zwei durch Hagel kurz vor der Ernte betroffen waren. Daher wurde auf die aufwändige, parzellenweise Erhebung der Erträge verzichtet.

3.1.5 Fazit Praxisversuche

Der Einsatz von Klinospray konnte den Befall mit Rapsglanzkäfern um durchschnittlich 30.8% reduzieren. Im Vergleich zu unbehandelten Kontrollparzellen wurde der Schotenansatz pro Quadratmeter durch die Klinospray-Behandlungen um durchschnittlich 13% erhöht. Der Einsatz von Surround erhöhte den Schotenansatz um durchschnittlich 28%, der Unterschied zur unbehandelten Kontrolle war jedoch aufgrund der geringen Wiederholungszahl nicht signifikant. Auf einigen konventionellen Feldern wurde Klinospray dem normalen Insektizidspritzplan zugesetzt. Dieser Zusatz von Klinospray erhöhte den Schotenansatz der reinen Insektizidvariante um 20%. Aufgrund der geringen Wiederholungszahl waren diese Unterschiede jedoch nicht signifikant.

Der Wirkungsgrad (bezogen auf die Anzahl Schoten pro Quadratmeter) korrelierte mit der eingesetzten Wassermenge (200-600 l / ha). Daher sind höhere Wassermengen für eine Gesteinsmehlbehandlung sinnvoll. Bei Applikationsbeginn im Entwicklungsstadium 52-53 BBCH wurde ein höherer Wirkungsgrad erzielt als bei früherer (BBCH 50-51) oder späterer (BBCH 55) Behandlung.

Klinospray in Kombination mit dem Netzmittel Heliosol hatte einen höheren Wirkungsgrad als Klinospray in Kombination mit dem Netzmittel Genolplant. Zwei Applikationen führten zu einem signifikant höheren Wirkungsgrad als eine Applikation.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Behandlungen Klinospray und dem Netzmittel Heliosol die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze reduzieren konnte, was eine signifikante Steigerung des Schotenansatzes zur Folge hatte.

3.1.6 Kosten der Behandlungen

Bei einem Preis von 60 CHF / 25 kg Klinospray und 18 CHF / l Heliosol ergeben sich für die zweimalige Behandlung mit 30 kg Klinospray und 2 l Heliosol Produktkosten von 216 CHF pro Hektar. Geht man von Arbeitskosten von 45 CHF pro Applikation aus, muss für einen kostendeckenden Einsatz der Ertragszuwachs bei mindestens 1.39 dt / ha (Bio; Produzentenpreis 220 CHF / dt) bzw. 3.06 dt / ha (IP-SUISSE; Produzentenpreis 100 CHF / dt) betragen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kosten der verschiedenen Behandlungsstrategien gegen den Rapsglanzkäfer

Produkt	Karate Zeon ¹	Talstar ²	Audienz ³	Surround + Sticker ⁴	Klinospray + Genolplant ⁵	Klinospray + Heliosol ⁶
Anzahl Applikationen	1x	1x	1x	2x behandelt	2x behandelt	2x behandelt
Aufwandmenge pro ha	0.075 l	0.15 l	0.2 l	je 30 kg + 0.3 l	je 30 kg + 2 l	je 30 kg + 2 l
Preis Produkt pro ha	17.20 CHF	31.60 CHF	114 CHF	285.30 CHF	183.80 CHF	216.00 CHF
Arbeits- & Maschinenkosten pro ha*	45 CHF	45 CHF	45 CHF	2x45=90 CHF	2x45=90 CHF	2x45=90 CHF
Kosten pro ha	62.20 CHF	76.60 CHF	161.00 CHF	375.3 CHF	273.80 CHF	306.00 CHF

1: Karate Zeon, Preis bei der Landi: 229.10 CHF / l.

2: Talstar, Preis bei Stähler: 210.9 CHF / l.

3: Audienz, Preis bei Omya: 570 CHF / l, maximal eine Behandlung pro Jahr.

4: Surround, Preis bei Stähler: 49.50 CHF / 12.5 kg; Sticker, Preis bei Stähler: 79.50 CHF / l

5: Klinospray, Preis bei Unipoint AG: 60 CHF / 25 kg; Genolplant, Preis bei Andermatt Biocontrol: 49.80 CHF / 5 l.

6: Klinospray, Preis bei Unipoint AG: 60 CHF / 25 kg; Heliosol, Preis bei Omya: 18 CHF / l

Der Berechnung der Arbeits- & Maschinenkosten liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Einsatzkosten Feldspritze (12 m): 33 CHF / ha
- Einsatzkosten Düngerstreuer: 15 CHF / ha
- Maschinenkosten für Traktor: 34 CHF / Stunde
- Lohn für Maschinenführer: 30 CHF / Stunde
- Arbeitszeit: berechnet für etwa 100x100 m grosses Feld:
 - Spritze (12 m, Fahrgeschwindigkeit 8 km / h): ca. 0.2 h
 - Düngerstreuer (6 m, Fahrgeschwindigkeit 5.5 km / h): ca. 0.4 h

2 Dank

Für die finanzielle Unterstützung der Versuche danke ich der Bio Suisse, sowie der IP-Suisse. Für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung danke ich meinen FiBL-Kollegen Maurice Clerc, Jacques Fuchs und Lucius Tamm. Für die gute Zusammenarbeit danke ich den Firmen Unipoint AG und Stähler Suisse SA. Nicht zuletzt auch ein grosses Dankeschön an alle beteiligten Raps-Produzenten.